

PAT-NO: JP02000097815A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000097815 A

TITLE: PLANT REMAINING LIFE MANAGEMENT
DEVICE

PUBN-DATE: April 7, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME COUNTRY
YOSHIKAWA, KENSAKU N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME COUNTRY
TOSHIBA CORP N/A

APPL-NO: JP10268736

APPL-DATE: September 22, 1998

INT-CL (IPC): G01M019/00, G01D021/00, G05B023/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To estimate the remaining life of an instrument based on the operation state of a plant, and to obtain support information for drawing up a suitable maintenance plan, by utilizing the history of part exchange and a skin cut as the data.

SOLUTION: This management device is equipped with a life evaluation data memory part 101 for memorizing the start-and-stop number of times, operation

hours or the like, an exchange record data memory part 102 for memorizing the time, the number of times or the like of part exchange of equipments and instruments, a skin cut record data memory part 103 for memorizing the time or the like of a skin cut executed in each part of the equipments and instruments, a secular parameter calculation part 104 for calculating the operation hours or the like of the instruments till the life evaluation time, a deterioration tendency prediction part 105 for calculating the increasing rate of a fatigue damaged rate $\dot{\varphi}_f$ and the increasing rate of a creep damaged rate $\dot{\varphi}_c$, and a remaining-life prediction part 106 for calculating remaining lives of each part of the equipments and instruments based on linear fracture mechanics by using the increasing rates of the fatigue damaged rate $\dot{\varphi}_f$ and the creep damaged rate $\dot{\varphi}_c$.

COPYRIGHT: (C)2000, JPO

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-97815

(P2000-97815A)

(43) 公開日 平成12年4月7日 (2000.4.7)

(51) Int.Cl.
G 0 1 M 19/00
G 0 1 D 21/00
G 0 5 B 23/02

識別記号

F I
G 0 1 M 19/00
G 0 1 D 21/00
G 0 5 B 23/02

テマコード (参考)
Z 2 F 0 7 6
Q 2 G 0 2 4
R 5 H 2 2 3
T

審査請求 未請求 請求項の数 5 O.L. (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願平10-268736

(22) 出願日

平成10年9月22日 (1998.9.22)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 吉川 健作

神奈川県横浜市鶴見区末広町二丁目4番地
株式会社東芝京浜事業所内

(74) 代理人 100078765

弁理士 波多野 久 (外1名)

F ターム (参考) 2F076 BA18 BE04

2Q024 AD33 BA12

5H223 AA03 EE06 EE30 FF06 FF08

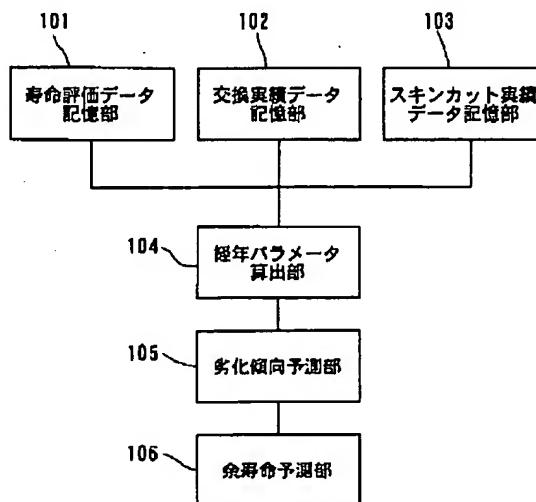
FF09

(54) 【発明の名称】 プラント余寿命管理装置

(57) 【要約】

【課題】 部品交換およびスキンカットの履歴をデータとして用いることにより、プラントの運用状態に基づいて機器の余寿命を推定し、適切な保守計画の策定のための支援情報を得る。

【解決手段】 起動停止回数および運転時間等を記憶する寿命評価データ記憶部と、設備機器の部品交換時刻、回数等を記憶する交換実績データ記憶部と、設備機器の部位毎に行われたスキンカットの時刻等を記憶するスキンカット実績データ記憶部と、寿命評価時までの機器の運転時間等を算出する経年パラメータ算出部と、疲労損傷率 μ_f の増加率、クリープ損傷率 μ_c の増加率を算出する劣化傾向予測部と、疲労損傷率 μ_f およびクリープ損傷率 μ_c の増加率を用い、線形破壊力学に基づいて設備機器の部位毎に余寿命を算出する余寿命予測部とを具備する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラントの運転履歴およびそのプラント設備機器の損傷等による寿命評価データを蓄積し、それに基づいて前記設備機器の劣化傾向を予測することにより、前記設備機器の保修スケジュール策定のための支援情報を得るプラント余寿命管理装置であって；前記設備機器の部位毎に寿命評価を行うことで求められた疲労損傷率 μ_f およびクリープ損傷率 μ_c と、その寿命評価を行った時刻と、プラント運転開始からその寿命評価時までの起動停止回数および運転時間とを記憶する寿命評価データ記憶部と；前記設備機器の部品交換が行われた時刻と、プラント運転開始からその部品交換時までの起動停止回数および運転時間とを記憶する交換実績データ記憶部と；前記設備機器の部位毎に行われたスキンカットの時刻と、プラント運転開始からそのスキンカット時までの起動停止回数および運転時間とを記憶するスキンカット実績データ記憶部と；前記寿命評価時以前の最新的スキンカットからその寿命評価時までのスキンカットの対象となる部位の起動停止回数と、前記寿命評価時以前の最新的部品交換時からその寿命評価時までの機器の運転時間とを算出する経年パラメータ算出部と；前記寿命評価時以前の最新的部品交換またはスキンカットからの起動停止回数に対する前記疲労損傷率 μ_f の増加率を算出するとともに、前記寿命評価時以前の最新的部品交換からの運転時間に対する前記クリープ損傷率 μ_c の増加率を算出する劣化傾向予測部と；この劣化傾向予測部により算出される前記疲労損傷率 μ_f および前記クリープ損傷率 μ_c の増加率を用い、線形破壊力学に基づいて前記設備機器の部位毎に余寿命を算出する余寿命予測部と；を具備することを特徴とするプラント余寿命管理装置。

【請求項2】 請求項1記載のプラント余寿命管理装置に加え、各設備機器の部位毎について最新の寿命評価時以降のプラントの運用計画を入力する将来運用計画入力部を備え、余寿命予測部では、将来の経過年数に対する疲労損傷率 μ_f およびクリープ損傷率 μ_c の増加量を算出し、前記設備機器の部位毎の余寿命を算出することを特徴とするプラント余寿命管理装置。

【請求項3】 複数のプラントの運転履歴およびその各プラント設備機器の損傷等による寿命評価データを蓄積し、それに基づいて特定のプラントにおける前記設備機器の劣化傾向を予測することにより、そのプラントにおける前記設備機器の保修スケジュール策定のための支援情報を得るプラント余寿命管理装置であって；前記複数のプラントの各設備機器の部位毎に寿命評価を行うことで求められた疲労損傷率 μ_f およびクリープ損傷率 μ_c と、その寿命評価を行った時刻と、プラント運転開始からその寿命評価時までの起動停止回数および運転時間とをそれぞれ記憶する寿命評価データ記憶部と；この寿命評価データ記憶部へのデータ記憶の際にプラント名またはその他の諸元をプラント毎に記憶するプラントデータ

記憶部と；前記設備機器の部品交換が行われた時刻と、プラント運転開始からその部品交換時までの起動停止回数および運転時間とを記憶する交換実績データ記憶部と；前記設備機器の部位毎に行われたスキンカットの時刻と、プラント運転開始からそのスキンカット時までの起動停止回数および運転時間とを記憶するスキンカット実績データ記憶部と；前記寿命評価時以前の最新的スキンカットからその寿命評価時までのスキンカットの対象となる部位の起動停止回数と、前記寿命評価時以前の最新的部品交換時からその寿命評価時までの機器の運転時間とを算出する経年パラメータ算出部と；前記寿命評価時以前の最新的部品交換またはスキンカットからの起動停止回数に対する前記疲労損傷率 μ_f の増加率を算出するとともに、前記寿命評価時以前の最新的部品交換からの運転時間に対する前記クリープ損傷率 μ_c の増加率を算出する劣化傾向予測部と；この劣化傾向予測部により算出される前記疲労損傷率 μ_f および前記クリープ損傷率 μ_c の増加率を用い、線形破壊力学に基づいて前記設備機器の部位毎に余寿命を算出する余寿命予測部と；前記特定のプラントの余寿命管理の際に前記プラントデータ記憶部から類似のプラントを検索するとともに、その類似のプラントについての前記寿命評価データ記憶部に記憶されているデータを抽出する類似プラントデータ検索部とを具備し；前記劣化傾向予測部では、前記特定プラントの余寿命管理の際に前記類似プラントのデータも用いて劣化傾向予測を行うことを特徴とするプラント余寿命管理装置。

【請求項4】 請求項1から3までのいずれかに記載のプラント余寿命管理装置に加え、各設備機器が有する部位を記憶する機器保有部位記憶部と、同一機器内の部位毎に余寿命予測部で算出された余寿命の中で、最も小さい部位の余寿命をその機器の余寿命として判断する機器余寿命判定部とを備えることを特徴とするプラント余寿命管理装置。

【請求項5】 請求項1から4までのいずれかに記載のプラント余寿命管理装置において、プラント毎の定期検査時期を記憶する定期検査時期記憶部と、機器の余寿命が0を下回らない最も早い将来の定期検査時期を当該機器の推奨部品交換時期として判断する機器交換時期推定部と、を備えることを特徴とするプラント余寿命管理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、火力発電プラント、原子力発電プラント、化学プラント等の各種プラントに適用され、設備機器の余寿命評価データを蓄積し、機器の劣化を傾向予測することにより、プラントの設備機器の保修スケジュール策定の支援情報を得るプラント余寿命管理装置に関するものである。

50 【0002】

【従来の技術】発電プラント等における最近の情勢を考慮すると、今後の新規プラントの建設は抑制される傾向にあり、その一方で、既存設備については、運転時間が長期にわたる火力発電プラントの比率が年々増加傾向にある。したがって、現在および将来に亘って、長期運用プラントの有効利用を図る必要性が従来に比して大幅に増加する。

【0003】ところで、長期運用プラントの高温部品には、高温かつ長時間の使用によって材料の劣化が進行している可能性があり、それに加え、中間負荷火力としてDSS運用による頻繁な起動停止や、負荷調整運用などが行われており、建設当時に比べるとプラントの使用条件が過酷化して、部材の劣化がさらに加速する傾向にある。

【0004】このことから今後、プラントを安定に、しかも経済的に運用するためには、設備機器の劣化状態的確に把握し、将来のプラント運用予測に即した機器の寿命予測を行うことが不可欠となっている。

【0005】このような事情のもとで従来では、例えば特開平6-331507号公報等で開示されているように、プラントの運転状態、機器の作動状態、環境状態等を検出し、これらの検出データを蓄積するとともにプラントの他の各種検査データを蓄積し、蓄積された検出データおよび検査データからなるプラントの履歴情報に基づいて、プラントの状態を診断する方法が提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の方法では、下記のように、必ずしも十分なデータが用いられず、また将来の運用予測に対応できない等、種々の課題があった。

【0007】(1) プラントの運用形態がベース運用からDSS運用へ変化したり、DSS運用からベース運用に変化した場合、余寿命年数を再計算することができないため、確度の高い余寿命予測を行うことが不可能であった(DSS(Day Start Stop)1日毎に起動・停止を行う運用。例えば夕方に停止し、翌朝に起動する。)。従って、将来の運用予測に即した保守策定を行うことは不可能に近かった。

【0008】(2) プラントの機器の部品交換およびスキンカットの履歴を定量的かつ客観的に保守計画に用いることは行われていなかった。ここでスキンカットとは、応力集中部位の表層を削除することをいう。例えば構造物の応力集中部位には、くり返し応力による疲労が蓄積される。くり返し回数が増す毎に疲労の蓄積が多くなり、微小クラックが発生する。このような部分にスキンカットを施すことにより、疲労寿命が回復する。

【0009】(3) 従来の余寿命予測は、プラント毎、機器毎、部位毎に行われているが、プラント毎、機器毎にこれまで蓄積してきた余寿命評価データの数が少な

いため、確度の高い寿命予測を行うことが困難であった。

【0010】(4) 余寿命評価は、プラント毎、機器毎、部位毎に行われており、経験的に最も損傷量の増加割合の大きい部位の余寿命を機器の余寿命としている。また、部位毎の劣化傾向はプラントの運用状態によって可変であり、また特定部位のスキンカット等の保修による疲労損傷率の変化によっても機器の余寿命は変化するが、これまで、そのような損傷率の変化を踏まえて、機器の保修時期を客観的に評価することは困難であった。

【0011】本発明は、これらの課題を解決するためになされたもので、特に部品交換およびスキンカットの履歴をデータとして用いることにより、プラントの運用状態に基づいて機器の余寿命を推定し、適切な保守計画の策定のための支援情報を得ることができるプラント余寿命管理装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するため、請求項1の発明では、プラントの運転履歴およびそのプラント設備機器の損傷等による寿命評価データを蓄積し、それに基づいて前記設備機器の劣化傾向予測することにより、前記設備機器の保修スケジュール策定のための支援情報を得るプラント余寿命管理装置であって；前記設備機器の部位毎に寿命評価を行うことで求められた疲労損傷率 ϕ_f と、クリープ損傷率 ϕ_c と、その寿命評価を行った時刻と、プラント運転開始からその寿命評価時までの起動停止回数および運転時間とを記憶する寿命評価データ記憶部と；前記設備機器の部品交換が行われた時刻と、プラント運転開始からその部品交換時までの起動停止回数および運転時間とを記憶する交換実績データ記憶部と；前記設備機器の部位毎に行われたスキンカットの時刻と、プラント運転開始からそのスキンカット時までの起動停止回数および運転時間とを記憶するスキンカット実績データ記憶部と；前記寿命評価時以前の最新のスキンカットからその寿命評価時までのスキンカットの対象となる部位の起動停止回数と、前記寿命評価時以前の最新の部品交換時からその寿命評価時までの機器の運転時間とを算出する経年パラメータ算出部と；前記寿命評価時以前の最新の部品交換またはスキンカット

40 からの起動停止回数に対する前記疲労損傷率 ϕ_f の増加率を算出とともに、前記寿命評価時以前の最新の部品交換からの運転時間に対する前記クリープ損傷率 ϕ_c の増加率を算出する劣化傾向予測部と；この劣化傾向予測部により算出される前記疲労損傷率 ϕ_f および前記クリープ損傷率 ϕ_c の増加率を用い、線形破壊力学に基づいて前記設備機器の部位毎に余寿命を算出する余寿命予測部と；を具備することを特徴とするプラント余寿命管理装置を提供する。

【0013】請求項2の発明では、請求項1記載のプラント余寿命管理装置に加え、各設備機器の部位毎につい

て最新の寿命評価時以降のプラントの運用計画を入力する将来運用計画入力部を備え、余寿命予測部では、将来の経過年数に対する疲労損傷率 μ_f およびクリープ損傷率 μ_c の増加量を算出し、前記設備機器の部位毎の余寿命を算出することを特徴とするプラント余寿命管理装置を提供する。

【0014】請求項3の発明では、複数のプラントの運転履歴およびその各プラント設備機器の損傷等による寿命評価データを蓄積し、それに基づいて特定のプラントにおける前記設備機器の劣化傾向を予測することにより、そのプラントにおける前記設備機器の保修スケジュール策定のための支援情報を得るプラント余寿命管理装置であって；前記複数のプラントの各設備機器の部位毎に寿命評価を行うことで求められた疲労損傷率 μ_f およびクリープ損傷率 μ_c と、その寿命評価を行った時刻と、プラント運転開始からその寿命評価時までの起動停止回数および運転時間とをそれぞれ記憶する寿命評価データ記憶部と；この寿命評価データ記憶部へのデータ記憶の際にプラント名またはその他の諸元をプラント毎に記憶するプラントデータ記憶部と；前記設備機器の部品交換が行われた時刻と、プラント運転開始からその部品交換時までの起動停止回数および運転時間とを記憶する交換実績データ記憶部と；前記設備機器の部位毎に行われたスキンカットの時刻と、プラント運転開始からそのスキンカット時までの起動停止回数および運転時間とを記憶するスキンカット実績データ記憶部と；前記寿命評価時以前の最新のスキンカットからその寿命評価時までのスキンカットの対象となる部位の起動停止回数と、前記寿命評価時以前の最新の部品交換時からその寿命評価時までの機器の運転時間とを算出する経年パラメータ算出部と；前記寿命評価時以前の最新の部品交換またはスキンカットからの起動停止回数に対する前記疲労損傷率 μ_f の増加率を算出するとともに、前記寿命評価時以前の最新の部品交換からの運転時間に対する前記クリープ損傷率 μ_c の増加率を算出する劣化傾向予測部と；この劣化傾向予測部により算出される前記疲労損傷率 μ_f および前記クリープ損傷率 μ_c の増加率を用い、線形破壊力学に基づいて前記設備機器の部位毎に余寿命を算出する余寿命予測部と；前記特定のプラントの余寿命管理の際に前記プラントデータ記憶部から類似のプラントを検索するとともに、その類似のプラントについての前記寿命評価データ記憶部に記憶されているデータを抽出する類似プラントデータ検索部とを具備し；前記劣化傾向予測

部では、前記特定プラントの余寿命管理の際に前記類似プラントのデータも用いて劣化傾向予測を行うことを特徴とするプラント余寿命管理装置を提供する。

【0015】請求項4の発明では、請求項1から3までのいずれかに記載のプラント余寿命管理装置に加え、各設備機器が有する部位を記憶する機器保有部位記憶部と、同一機器内の部位毎に余寿命予測部で算出された余寿命の中で、最も小さい部位の余寿命をその機器の余寿命として判断する機器余寿命判定部とを備えることを特徴とするプラント余寿命管理装置を提供する。

【0016】請求項5の発明では、請求項1から4までのいずれかに記載のプラント余寿命管理装置において、プラント毎の定期検査時期を記憶する定期検査時期記憶部と、機器の余寿命が0を下回らない最も遠い将来の定期検査時期を当該機器の推奨部品交換時期として判断する機器交換時期推定部と、を備えることを特徴とするプラント余寿命管理装置を提供する。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るプラント余寿命管理装置の実施形態について、図面を参照して説明する。

【0018】第1実施形態（図1、図2、表1～表7）本実施形態では、蒸気タービンプラントにおける高圧内部車室の余寿命を推定する例について説明する。図1は、本実施形態の装置構成を示している。

【0019】この図1に示すように、本実施形態では大別して、寿命評価データ記憶部101と、交換実績データ記憶部102と、スキンカット実績データ記憶部103と、経年パラメータ算出部104と、劣化傾向予測部105と、余寿命予測部106とを備えている。

【0020】寿命評価データ記憶部101では、寿命評価データとして、部位の寿命評価時の疲労損傷率 μ_f と、クリープ損傷率 μ_c と、寿命評価時の時刻と、寿命評価時のプラントの運転時間と、起動停止回数とが記憶される。なお、疲労損傷率 μ_f およびクリープ損傷率 μ_c の算出方法については後述する。

【0021】下記の表1は、表形式のデータとして高圧外部車室の第1段蒸気室コーナーでの寿命評価結果が、寿命評価データ記憶部101に記憶された例を示している。

【0022】

【表1】

・機器名称：高圧内部車室
・部位名称：第1段蒸気室コーン

寿命評価年月	ϕf	ϕc	プラント運転時間 (Hr)	プラント起動停止回数 (回)
1987年5月	0.35	0.05	158237	298
1989年10月	0.36	0.11	173049	363
1992年9月	0.132	0.25	192041	405

【0023】また、交換実績データ記憶部102では、機器の部品交換の履歴として、部品交換毎に、機器と部品交換時の時刻と、部品交換時のプラントの運転時間と、起動停止回数が記憶される。

【0024】下記の表2は、高圧外部車室、主蒸気止め*

*弁および高中圧ロータについての部品交換の実績が、交換実績データ記憶部102に記憶された例を示している。

【0025】

機器名称	部品交換日時	交換時プラント運転時間 (Hr)	交換時プラント起動停止回数 (回)
高圧外部車室	1978年4月	10235	102
主蒸気止め弁	1981年5月	29521	189
高中圧ロータ	1996年8月	73521	503

【0026】また、スキンカット実績データ記憶部103では、部位のスキンカットの履歴として、スキンカット毎に、機器およびその部位とスキンカット時の時刻と、スキンカット時のプラントの運転時間と、起動停止回数が記憶される。

【0027】下記の表3は、高圧外部車室、高中圧ロー

※タおよび高圧内部車室についてのスキンカット実績がスキンカット実績データ記憶部103に記憶された例を示している。

【0028】

【表3】

機器名称	部位名称	スキンカット日時	スキンカット時 プラント運転時間 (Hr)	スキンカット時 起動停止回数 (回)
高圧外部車室	第1段蒸気室 コーン	1989年4月	173049	363
高中圧ロータ	HP外面	1978年9月	10235	102
高圧内部車室	ノズル・ノズル ボックス嵌合部	1990年4月	186032	386

【0029】経年パラメータ算出部104では、寿命評価データの対象となる機器と、当該機器の部品交換実績データと、当該機器のスキンカット実績データとを用いて、機器運転時間として、寿命評価時以前の最新の部品交換から寿命評価時までの運転時間が算出されるとともに、部位起動停止回数として、寿命評価時以前の最新の部品交換またはスキンカットから寿命評価時までの起動停止回数を算出する。

【0030】図2および下記の表4は、経年パラメータ算出部104で、寿命評価時以前の最新の部品交換後の運転時間と、寿命評価時以前の最新の部品交換またはスキンカット後の起動停止回数の算出方法を模式的に示したものである。

【0031】

【表4】

★	寿命評価	部位起動停止回数	機器運転時間
①	期間a間の起動停止回数	期間a間の運転時間	
②	期間b間の起動停止回数	期間b間の運転時間	
③	期間c間の起動停止回数	期間d間の運転時間	

(a, b, c, dは、図2に示した期間である)

【0032】上記の表4における寿命評価①では、以前の部品交換およびスキンカットの実績がないので、部位起動停止回数は図2に示した期間a間の起動停止回数となり、機器運転時間は期間a間の運転時間となっている。寿命評価②では、以前に部品交換が1回行われているため、部位起動停止回数は図2に示した期間b間の起動停止回数となり、機器運転時間は期間b間の運転時間となっている。寿命評価③では、以前に部品交換とスキ

ンカットとが各1回行われており、部位起動停止回数は期間c間の起動停止回数となり、機器運転時間は期間d間の運転時間となっている。また、下記の表5は機器名称「高圧内部車室」、部位名称「第1段蒸気室コーナ」*

*について、機器運転時間と、部位起動停止回数とを算出した例を示している。

【0033】

【表5】

・機器名称：高圧内部車室

・部位名称：第1段蒸気室コーナ

寿命評価年月	部位起動停止回数(回)	機器運転時間(Hr)
1987年5月	298-102=196	158237-10235=148002
1989年10月	363-102=261	173049-10235=162814
1992年9月	406-385=20	192041-10235=181806

【0034】劣化傾向予測部105では、疲労劣化指数として、寿命評価時における寿命評価時以前の最新の部品交換またはスキンカットに対する疲労損傷率 ϕ_f の増加割合を算出し、またクリープ劣化指数として、寿命評価時以前の最新の部品交換に対するクリープ損傷率 ϕ_c の増加割合を最小2乗法によって算出する。また、算出※

※した疲労劣化指数とクリープ劣化指数に従って部位の劣化が進行するものとして、「疲労損傷率 ϕ_f 一部位起動停止回数 N_B 」の座標系において、劣化傾向を予測する式を以下のように算出する。

【0035】

【数1】

$$\phi_f = a_1 \cdot N + \phi_{fnew} - a_1 \cdot N_B \quad \dots \dots (1)$$

但し、 ϕ_{fnew} ：部位の最新の寿命評価時の疲労損傷率

N_B ：部位の最新の寿命評価時の部位起動停止回数

a_1 ：最小2乗法によって算出した疲労劣化指数

N ：劣化傾向予測の対象とする部位起動停止回数

【0036】また、「クリープ損傷率 ϕ_c 一機器運転時間 T_K 」の座標系において、劣化傾向を予測する式を以下のように算出する。

★【0037】

【数2】

$$\phi_c = a_2 \cdot T + \phi_{cnew} - a_2 \cdot T_K \quad \dots \dots (2)$$

但し、 ϕ_{cnew} ：部位の最新の寿命評価時のクリープ損傷率

T_K ：部位の最新の寿命評価時の機器運転時間

a_2 ：最小2乗法によって算出したクリープ劣化指数

T ：劣化傾向予測の対象とする機器運転時間

【0038】下記の表6は、劣化傾向予測部105において、疲労劣化指数 a_1 と、クリープ劣化指数 a_2 とを算出し、その疲労劣化指数 a_1 とクリープ劣化指数 a_2 とを用いて部位の劣化傾向の式を算出した例を示している。

【0039】

【表6】

・機器名称：高圧内部車室

・部位名称：第1段蒸気室コーナ

$$\phi_f = 7.499 \times 10^{-4} \cdot N + \phi_{fnew} - 7.499 \times 10^{-4} N_B$$

$$\phi_c = 1.011 \times 10^{-6} \cdot T + \phi_{cnew} - 1.011 \times 10^{-6} T_K$$

【0040】さらに、余寿命予測部106では、以下の方法でプラントの年間の実績平均起動停止回数および年間の実績平均起動停止回数を算出し、余寿命を算出する。ここで、 ϕ_c と ϕ_f との関係は以下のように表され◆

◆る。

【0041】

【数3】

$$11 \quad \phi_f = \frac{a_2}{a_1} \cdot \frac{O_p}{N_p} \cdot \phi_c + \phi_{fnew} - \frac{a_2}{a_1} \cdot \frac{O_p}{N_p} \cdot \phi_{cnew} \quad \dots \dots (3)$$

但し、 N_p : プラントの起動停止回数

O_p : プラントの運転時間

12

【0042】線形破壊力学により、亀裂発生限界を表す直線は以下のように表される。

【0043】

【数4】 $\phi_f = -\phi_c + 1 \quad \dots \dots (4)$ 10 【0047】

【0044】上記(3)式と(4)式の交点を求め、交点の ϕ_c と上記(2)式により亀裂発生時の機器運転時間を算出し、プラント運転開始からの経過年数とプラントの運転時間との比から、部位の余寿命を以下のように算出する。

【0045】

【数5】

$$\text{余寿命} = \frac{1 - (\phi_{fnew} + \phi_{cnew})}{(K+1) \cdot a_2} \cdot \frac{T_p}{O_p} \quad \dots \dots (5)$$

但し、 T_p : プラント運転からの経過年数

* 【0046】下記の表7は、前記劣化傾向予測部105で算出した劣化傾向の式から、部位の余寿命を算出した例を示している。

【表7】

20

$$K = \frac{a_1}{a_2} \cdot \frac{N_p}{O_p}$$

*

・機器名称 : 高圧内部車室

・部位名称 : 第1段蒸気室コーン

$K = \frac{a_1}{a_2} \cdot \frac{N_p}{O_p} = \frac{7.499 \times 10^{-4}}{1.011 \times 10^{-8}} \cdot \frac{402}{208681} = 1.443$
余寿命 = $\frac{1 - (\phi_{fnew} + \phi_{cnew})}{(K+1) \cdot a_2} \cdot \frac{T_p}{O_p} = \frac{1 - (0.132 + 0.25)}{(1.443+1) \cdot 1.011 \times 10^{-6}} \cdot \frac{31.7}{208681} = 38.4$

【0048】以上のように、本実施形態のプラント余寿命管理装置によれば、機器の部品交換および部位のスキンカット時期を用いて、部位毎に経年パラメータと、疲労損傷率と、クリープ損傷率との関係を客観的かつ定量的に把握することができる。したがって、部位の劣化傾向を精度よく管理することができ、高精度の余寿命予測が行えるようになる。

【0049】第2実施形態(図3、表8～表10) 40 本実施形態では、プラントの将来運用計画を部位の余寿命予測に加味するための装置について説明する。図3は、本実施形態の装置構成を示している。

【0050】この図3に示すように、本実施形態では、寿命評価データ記憶部201と、交換実績データ記憶部202と、スキンカット実績データ記憶部203と、経年パラメータ算出部204と、劣化傾向予測部205と、余寿命予測部206および将来運用計画入力部207

※7とを備えている。

【0051】なお、寿命評価データ記憶部201、交換実績データ記憶部202、スキンカット実績データ記憶部203、経年パラメータ算出部204、劣化傾向予測部205および余寿命予測部206については、第1実施形態で示した構成部(101～106)と同一の機能を有するので、説明を省略する。

【0052】本実施形態の将来運用計画入力部207では、最新の寿命評価時以降の運用計画が入力される。下記の表8は、運用計画として将来の年間の予想平均運転時間と年間の予想平均起動停止回数とが、将来運用計画入力部に入力された例を示している。

【0053】

【表8】

13

年間予想運転時間(Hr)	年間予想起動停止回数(回)
8300	6

【0054】また、本実施形態の余寿命予測部206では、将来運用計画入力部207で入力された将来の年間の平均運転時間と、年間の平均起動停止回数に基づき、以下の(6)式によって部位の余寿命が算出される。

【0055】

【数6】

$$\text{余寿命年数} = \frac{1 - (\phi_{\text{fnew}} + \phi_{\text{cnew}})}{(K' + 1) \cdot a_2 \cdot O'_p} \quad \dots \dots (6)$$

但し、 N'_p : 将来の年間平均起動停止回数 O'_p : 将来の年間平均運転時間 T'_p : プラント運転からの経過年数

$$K' = \frac{a_1}{a_2} \cdot \frac{N'_p}{O'_p}$$

10

* 【0056】下記の表9、10は、部位の最新の余寿命評価時以降の運用計画に基づいて、上記余寿命算出方法で部位の余寿命を算出した例を示している。

【0057】

【表9】

	年間平均起動停止回数(回)	年間平均運転時間(Hr)
実績	50	5000
将来	6	8300

【0058】

【表10】

* 20

	余寿命(年)
①	8.6
②	11.4

① : これまでの運転実績でプラントを運用した場合の余寿命算出結果

② : 最新の余寿命評価時以降、将来の年間平均起動停止回数と将来の年間平均運転時間で運用した場合の余寿命算出結果

【0059】以上に示した最新の寿命評価時以降の運用計画に基づいて、劣化傾向の変化についての余寿命予測の計算を行う。上記の例では、過去の運転実績のみに基づいた場合の余寿命が8.6年と算出されたのに対し、将来の運用計画も入力値として採用することによって余寿命が11.4年となることが明確に分った。

【0060】本実施形態のプラント余寿命管理装置によれば、プラントの将来運用計画を部位の余寿命予測に加えるため、余寿命予測の精度がさらに向上する。

【0061】第3実施形態(図4、表11～表14) 本実施形態では、部位の寿命予測を行う際に、類似プラントの余寿命評価データを加味することによって、部位の余寿命予測の精度を向上させるための装置について説明する。図4は本実施形態の装置構成を示している。

【0062】この図4に示すように、本実施形態では、寿命評価データ記憶部301と、交換実績データ記憶部302と、スキンカット実績データ記憶部303と、経年パラメータ算出部304と、劣化傾向予測部305と、余寿命予測部306と、プラントデータ記憶部307と、検索条件入力部308と、類似プラントデータ検索部309とを備えている。

【0063】なお、交換実績データ記憶部302、スキ※

30 30 カット実績データ記憶部303、経年パラメータ算出部304、劣化傾向予測部305および余寿命予測部306については、第1実施形態および第2実施形態の同構成部と同一の機能を有するので説明を省略する。

【0064】本実施形態の寿命評価データ記憶部301では、複数のプラントからのデータが取込まれるようにしてあり、第1、第2実施形態の記憶内容に加え、さらに寿命評価データ毎に、寿命評価の対象プラントの表示が記憶される。プラントデータ記憶部307では、寿命評価データ毎の検索パラメータが記憶される。検索条件入力部308では、プラントデータ記憶部307が記憶している検索パラメータを条件として、寿命評価データの抽出を行うための条件が入力される。類似プラントデータ検索部309では、検索条件入力部308で入力された条件に適合する寿命評価データが、and条件で抽出される。

【0065】下記の表11は、寿命評価データ記憶部301に記憶される寿命評価データ毎に、寿命評価の対象プラント名称が記憶された例示している。

【0066】

【表11】

15

・機器名称：高圧内部單室
・部位名称：第1段蒸気空コーン

16

プラント名称	寿命評価年月	φT	φc	プラント運転時間 (Hr)	プラント起動停止回数 (回)
■■火力発電所	1987年5月	0.001	0.004	158237	298
■■火力発電所	1989年10月	0	0.088	173049	363
■■火力発電所	1992年11月	0.132	0.013	192041	405
▲▲火力発電所	1989年10月	0.518	0.211	133528	1517
××火力発電所	1990年6月	0.312	0.155	159348	429
★★火力発電所	1993年12月	0.002	0.149	88800	200
★★火力発電所	1990年10月	0.001	0.673	152072	371

【0067】また、下記の表12は、プラントデータ記憶部307に、発電機出力、周波数、主蒸気温度が記憶された例を示している。

*【0068】

【表12】

*

プラント名称	発電機出力 (MW)	周波数 (Hz)	主蒸気温度 (°C)
××火力発電所	156	50	538
▲▲火力発電所	220	60	538
■■火力発電所	375	60	566
★★火力発電所	700	50	566

【0069】この例はプラントデータ記憶部307に発電機出力と周波数と主蒸気温度が記憶されているが、機器名、部位名、プラント名、主蒸気圧力、材料名等を記憶するようにしてもよい。

【0070】さらに、下記の表13は、検索条件入力部308で発電機出力、および周波数を検索条件とした例を示している。

【0071】

【表13】

項目	条件への含/不含	検索条件
発電機出力	含	400 MW以下
周波数	含	60 Hz

※【0072】この例では、検索条件を発電機出力および周波数としているが、プラントデータ記憶部307に記憶されている複数の任意の検索パラメータを、検索条件として入力することができる。

【0073】下記の表14は、類似プラントデータ検索部309で検索条件を発電機出力300MW～400MWかつ周波数60Hzとし、この条件で検索を行った結果を例示している。

30【0074】

【表14】

・検索条件 発電機出力：400MW以下
周波数：60Hz

プラント名称	寿命評価年月	φT	φc	プラント運転時間 (Hr)	プラント起動停止回数 (回)
■■火力発電所	1987年5月	0.001	0.004	158237	298
■■火力発電所	1989年10月	0	0.088	173049	363
■■火力発電所	1992年9月	0.132	0.013	192041	405
▲▲火力発電所	1989年10月	0.518	0.211	133528	1517

【0075】本実施形態のプラント余寿命管理装置によれば、上述したような類似プラントの種々の寿命評価データを、対象とするプラントの余寿命予測に用いることができ、これによって統計処理における母集団が増加するため、さらに余寿命予測の精度を向上できるようになる。

★【0076】第4実施形態(図5、表15)

本実施形態では、機器が有する部位を記憶しておき、同一機器内で、複数部位の余寿命時間の最も短い部位の余寿命時間を機器の余寿命として判断するための装置について説明する。図5は本実施形態の装置構成を示している。

★50 る。

【0077】この図5に示すように、本実施形態では、寿命評価データ記憶部401と、交換実績データ記憶部402と、スキンカット実績データ記憶部403と、経年パラメータ算出部404と、劣化傾向予測部405と、余寿命予測部406と、機器有部位記憶部407と、機器余寿命判定部408とを備えている。

【0078】なお、寿命評価データ記憶部401、交換実績データ記憶部402、スキンカット実績データ記憶部403、経年パラメータ算出部404、劣化傾向予測部405および余寿命予測部406については、前記各実施形態と同一の機能を有するので説明を省略する。

【0079】本実施形態の機器保有部位記憶部407では、各機器が有する部位が記憶されまた機器余寿命判定部408では、余寿命予測部406で算出される同一プラント、同一機器のすべての部位の余寿命時間の中で最も余寿命時間の小さい余寿命時間が機器の余寿命として判断される。

【0080】下記の表15は、対象とする機器を「高中圧ロータ」とし、部位「IP1段落外表面」と「HP1段落中心孔」を有する場合について例を示している。

【0081】

【表15】

・機器名称：高中圧ロータ

部位名称	余寿命(年)
HP1段落中心孔	3.5
IP1段落外表面	6.3

機器名称	余寿命(年)
高中圧ロータ	3.5

【0082】この例では、上記の表15(1)に示すように、高中圧ロータの有する部位である「IP1段落外表面」

プラント名称	1回定検	8回定検 開始予定	9回定検 開始予定	10回定検 開始予定	11回定検 開始予定
■■火力発電所	1968年10月	1996年10月	2000年10月	2004年10月	2008年10月

【0090】また、下記の表17(1)、(2)には、40※上記の余計寿命年数と推奨新制交換時期の例を示す。

【0091】

【表17】

※

*表面の余寿命が3.5年で、かつ「HP1段落中心孔」の余寿命が5.3年であるため、同表(2)に示すように、高中圧ロータの余寿命を3.5年と判断している。

【0083】本実施形態のプラント寿命管理装置によれば、運用状態、部品交換およびスキンカットによる部位の損傷状態の変化を定量的に把握でき、機器の余寿命を客観的かつ定量的に評価することが可能となる。

【0084】第5実施形態(図6、表16、表17) 10 本実施形態では、機器の余寿命によって機器の寿命が尽きる直前まで機器の運用時間を客観的かつ定量的に把握し、機器を有効運用することを可能にするための装置について説明する。図6は本実施形態の装置構成を示している。

【0085】この図6に示すように、本実施形態では、寿命評価データ記憶部501と、交換実績データ記憶部502と、スキンカット実績データ記憶部503と、経年パラメータ算出部504と、劣化傾向予測部505と、余寿命予測部506と、将来運用計画入力部507と、機器余寿命判定部508および定検時期記憶部509と、機器交換時期推定期510とを備えている。

【0086】なお、寿命評価データ記憶部501、交換実績データ記憶部502、スキンカット実績データ記憶部503、経年パラメータ算出部504、劣化傾向予測部505、余寿命予測部506は、第1実施形態と同一に作用する。将来運用計画入力部507は、第2実施形態と同一に作用する。機器余寿命判定部508は、第4実施形態と同一に作用する。

【0087】定検時期記憶部509では、プラント毎に定期検査の時期を記憶する。

【0088】下記の表16は、上記の定検開始予定の例を示している。

【0089】

【表16】

・プラント名称：■■火力発電所

・機器名称：高中圧ロータ

・最新の余寿命評価時刻：1992年11月

・余寿命：3.6年

(1)	定検開始予定	1996年10月 (8回定検)	2000年10月 (9回定検)
余寿命年数	0.1年	-3.9年	

(2)	推奨新製交換時期	1999年10月(8回定検)

19

【0092】これらの表で示した例では、8回定検時には、高中圧ロータの余寿命は0.1年で、9回定検では、寿命の算出結果が負となることから、推奨部品交換時期を8回定検としている。

【0093】本実施形態のプラント余寿命管理装置によれば、機器の余寿命によって機器の寿命が尽きる直前までの機器の運用時間を、客観的かつ定量的に把握できるため、機器を有効に運用することができる。

【0094】

【発明の効果】以上で詳述したように、本発明に係るプラント余寿命管理装置によれば、例えば発電プラントのロータ、羽根、主要弁等のように、種々のプラントの各機器に対し、プラントの運用状態に基づいて機器の余寿命を明確に推定することができ、適切な保守計画の策定のための支援情報を得ることが可能となり、有効なプラント寿命管理システムの実現が図れるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態による装置構成を示す説明図。

【図2】前記実施形態における機能説明図。

【図3】本発明の第2実施形態による装置構成を示す説明図。

【図4】本発明の第3実施形態による装置構成を示す説明図。

【図5】本発明の第4実施形態による装置構成を示す説明図。

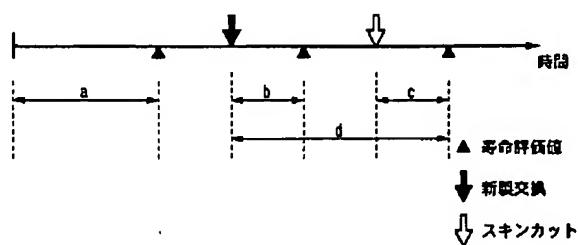
【図6】本発明の第5実施形態による装置構成を示す説明図。

【符号の説明】

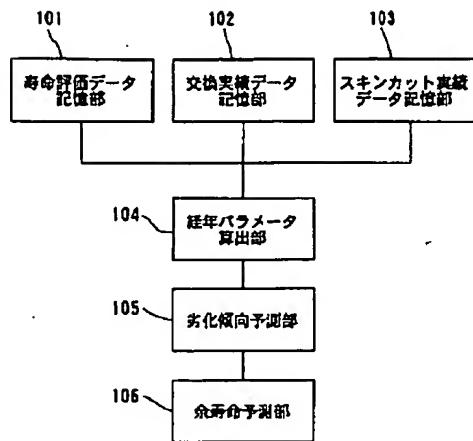
101 寿命評価データ記憶部
102 交換実績データ記憶部
103 スキンカット実績データ記憶部
104 経年パラメータ算出部
105 劣化傾向予測部
106 余寿命予測部

201 寿命評価データ記憶部
202 交換実績データ記憶部
203 スキンカット実績データ記憶部
204 経年パラメータ算出部
205 劣化傾向予測部
206 余寿命予測部
207 将来運用計画入力部
301 寿命評価データ記憶部
302 交換実績データ記憶部
303 スキンカット実績データ記憶部
304 経年パラメータ算出部
305 劣化傾向予測部
306 余寿命予測部
307 プラントデータ記憶部
308 検索条件入力部
309 類似プラントデータ検索部
401 寿命評価データ記憶部
402 交換実績データ記憶部
403 スキンカット実績データ記憶部
20 404 経年パラメータ算出部
405 劣化傾向予測部
406 余寿命予測部
407 機器保有部位記憶部
408 機器余寿命判定部
501 寿命評価データ記憶部
502 交換実績データ記憶部
503 スキンカット実績データ記憶部
504 経年パラメータ算出部
505 劣化傾向予測部
30 506 余寿命予測部
507 将来運用計画入力部
508 機器余寿命判定部
509 定検時期記憶部
510 機器交換時期推定部

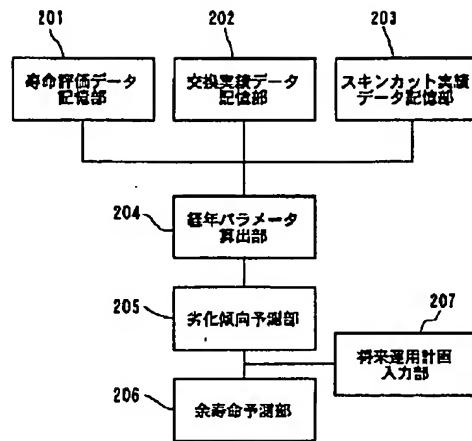
【図2】



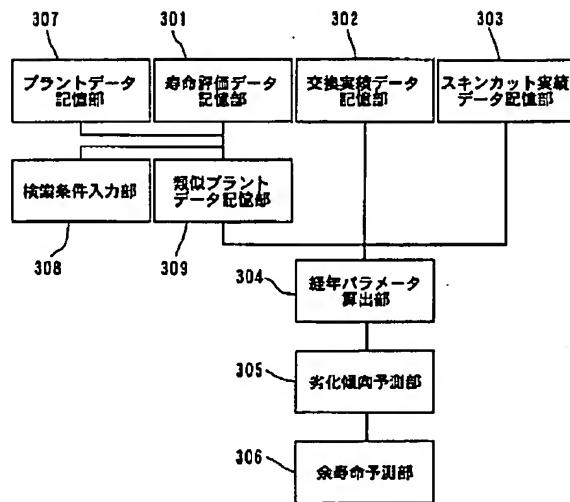
【図1】



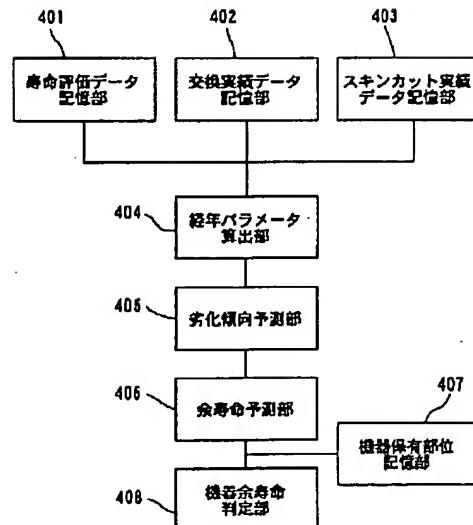
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

